Journal of Agroecology
Vol. 13, No.2, Summer 2021, p. 345-361

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۳۶۱-۳۴۵

مقاله علمی- پژوهشی

اثر سطوح آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه و موسیلاژ گیاه دارویی بالنگوی شهری (*Lallemantia royleana* Benth.) در شرایط آب‌وهوایی تربت جام

هدا جهانگیری[1]، عبداله ملافیلابی[2]* و هاشم حسینی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۸

جهانگیری، ه.، ملافیلابی، ع.، و حسینی، ه.، ۱۴۰۰. اثر سطوح آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه و موسیلاژ گیاه دارویی بالنگوی شهری (*Lallemantia royleana* Benth.) در شرایط آب‌وهوایی تربت جام. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۳(۲): ۳۶۱-۳۴۵.

چکیده

بالنگوی شهری با نام علمی (*Lallemantia royleana* Benth.)، گیاهی دارویی از خانواده نعناعیان است که علاوه‌بر مصارف دارویی، کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی و بهداشتی دارد. این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح آبیاری و کودهای آلی بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های کیفی دانه بالنگوی شهری به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی تربت جام در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. عامل کرت اصلی چهار سطح آبیاری با استفاده از تشتک تبخیر (۳۵ (به‌عنوان شاهد)، ۵۳، ۷۱ و ۸۹ میلی‌متر) و عامل کرت فرعی، چهار نوع حاصلخیزکننده خاک برابر با ۱۰ تن در هکتار (بدون مصرف کود (شاهد)، کود دامی از نوع گاوی پوسیده، کمپوست قارچ و کمپوست زباله شهری) بود. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، طول ریشه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در بوته، درصد موسیلاژ، فاکتور تورم (میلی‌متر) و عملکرد موسیلاژ بود. نتایج نشان داد که اثر سطوح آبیاری و مصرف حاصلخیزکننده‌های خاک تأثیر معنی‌داری بر صفات کمّی و کیفی گیاه بالنگوی شهری داشت. بیشترین و کمترین عملکرد دانه بر اساس سطوح آبیاری به‌ترتیب مربوط به تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر (۲/۲۰ گرم در بوته) و ۸۹ میلی‌متر (۱/۴۵ گرم در بوته) بود. در مقایسه حاصلخیزکننده‌های خاک بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به مصرف کود گاوی (۲/۳۵ گرم در بوته) و شاهد (۱/۳۳ گرم در بوته) بود. همچنین بیشترین عملکرد موسیلاژ (۳۳/۷۲ گرم بر مترمربع) از تیمار تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر و مصرف کود گاوی و کمترین مقدار (۱۵/۲۶ گرم بر مترمربع) از تیمار تبخیر روزانه ۸۹ میلی‌متر و بدون مصرف کود به‌دست آمد. بالاتر بودن عملکرد موسیلاژ در تیمار تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر و مصرف کود گاوی مربوط به عملکرد دانه بالاتر در این تیمار می‌باشد. بر اساس نتایج این مطالعه به‌منظور به‌دست آوردن حداکثر عملکرد کمّی و کیفی در گیاه بالنگوی شهری در شرایط آب‌وهوایی تربت جام، سطح آبیاری بر اساس تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر همراه با مصرف کود گاوی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: فاکتور تورم، کشاورزی پایدار،کود گاوی، محتوی موسیلاژ

مقدمه

خاک یکی از زیست‌بوم‌های پیچیده است که دلیل این پیچیدگی موجوادت زنده آن می‌باشد (Haghghi & Nourafcan, 2014) که امروزه به‌دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، میزان ماده آلی کاهش یافته و در نتیجه، ساختار آن بشدت تخریب شده است. از این-رو، بهره‌گیری از مدیریت کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای آلی با هدف کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی مورد توجه بیشتر محققان قرار گرفته است. کاربرد انواع پسماندهای آلی موجب بهبود میزان ماده آلی خاک می‌شود (De Araújo et al., 2010; Mkhabela & Warman, 2005; Peigne & Girardin, 2004) که این امر خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک با حاصلخیزی پایین، علاوه‌بر

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی، گرایش فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی، واحد تربت جام، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت جام، ایران.
۲- دانشیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.
۳- استادیار گروه کشاورزی و منابع طبیعی، واحد تربت جام، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت جام، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: a.filabi@rifst.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v13i2.86263

افزایش ماده آلی خاک و کاهش اسیدیته، فراهمی عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی شیمیایی و زیستی را بهبود می‌بخشد. همچنین تغذیه با کودهای آلی، با اهداف تولید پایدار گیاهان دارویی تطابق بیشتری دارد (Khaosaad et al., 2006). کودهای آلی با افزایش ماده آلی باعث بهبود ساختمان، افزایش ظرفیت نگهداری آب و افزایش فعالیت میکروبی خاک می‌شوند (Gangwar et al., 2006). افزودن ماده آلی محتوی نیتروژن قابل دسترس و سایر عناصر غذایی را افزایش، خاک‌دانه‌ها را بهبود و فعالیت ریزموجودات خاکزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Shamim & Ahmed, 2010). با کاربرد کودهای آلی، از یک طرف pH کاهش یافته و از طرف دیگر، ترکیبات کلات-کننده آهن و سایر عناصر کم‌مصرف افزایش یافته که در نهایت، رشد گیاه افزایش می‌یابد (Najafian & Mardomi, 2012).

مدیریت کود عامل مهمی در کشت گیاهان دارویی محسوب می-شود (Chatterjee, 2002). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که مصرف کود مرغی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی، عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه و شاخص برداشت گیاه دارویی بالنگو در مقایسه با شاهد شد؛ همچنین بیشترین عملکرد ماده خشک در تیمارهای کود مرغی و کمپوست زباله شهری حاصل گردید (Roohi, 2011). مفاخری و همکاران (Mafakheri et al., 2016) با بررسی تأثیر کودهای زیستی، شیمیایی و نانو روی گیاه بالنگو، عنوان کردند که نانو ذرات عناصر غذایی موجب افزایش مواد فتوسنتزی شده و شرایط را برای بهبود رشد رویشی و افزایش اسانس فراهم کرد. برخی محققان تأکید می‌نمایند که انواع کودها اثر معنی‌داری بر سنتز مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد (Smith et al., 2010; Lakhdar et al., 2011)، در مقابل، تبریزی (Tabrizi, 2004) عنوان کرد که سنتز این ترکیبات تحت تأثیر کود قرار نمی‌گیرد. باروسو و همکاران (Barroso et al., 2014) با بررسی اثر کودهای آلی بر روی صفات کمّی و کیفی گیاه دارویی به‌لیمو (*Lippia citriodora* Kunth.) گزارش نمودندکه کاربرد کودهای آلی حاوی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و بر، سبب افزایش وزن زیست‌توده گیاه شد، ولی درصد اسانس را کاهش داد و در برخی تیمارهای کودی نیز افزایش عملکرد اسانس مشاهده شد. روحی نوق و همکاران (Roohi Nogh et al., 2017) عنوان کردند که عدم معنی‌داری اثر کود و تراکم بر درصد موسیلاژ بالنگو به این معنی است که محتوی این ترکیب تحت تأثیر کود و تراکم قرار نگرفته و تغییرات این صفت از روند خاصی تبعیت نمی‌کند، البته لازم به ذکر است که تولید موسیلاژ در گیاه مکانیسمی در مواجهه با تنش خشکی می‌باشد.

بسیاری از خصوصیات آناتومیکی (Kivimaenpae et al., 2003)، فیزیولوژیکی (Flexas et al., 2007) و آنزیمی (Contour-Ansel et al., 2006) گونه‌های مختلف گیاهی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند. افزایش مالون آلدئید در برگ بالنگو نشان می‌دهد که سازوکارهای ترمیم سلولی با سازوکارهای تخریب حاصل از کمبود آب می‌توانند بر تجزیه و بازیابی لیپیدهای غشاء تأثیر بگذارند. ملکی فراهانی و عبداللهی (Maleki Farahani & Abdollahi, 2014) بیان کردند که رشد برگ‌های بالنگو در گونه *L. royleana* تحت تنش آبی قرار نگرفت، درحالی‌که برای گونه *L. iberica* به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفت. آن‌ها عنوان کردند که این گیاه دارویی مقاوم به تنش آبی می‌باشد. عملکرد دانه در گونه *L. royleana* نسبت به گونه *L. iberica* و در اکوتیپ مشهد نسبت به اکوتیپ ارومیه کمتر تحت تأثیر تنش آبی قرار گرفت. علت این امر را می‌توان به سازگاری بیشتر *L. iberica* در شرایط تنش آبی با حفظ شاخص سطح برگ بالا مرتبط دانست. ملکی فراهانی و عبداللهی (Maleki Farahani & Abdollahi, 2014) نتیجه گرفتند که گونه *L. royleana* در شرایط کمبود رطوبت خاک با حفظ سطح گیرنده نور، مانع از کاهش فتوسنتز گیاه شده و از کاهش عملکرد جلوگیری می‌نماید، امّا در گونه *L. iberica* تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک تا ۶۰ درصد منجر به القای خشکی در این گیاه شد؛ به‌طوری‌که کاهش شاخص سطح برگ باعث کاهش معنی‌دار عملکرد شد. راستی (Rasti, 2012) بیان کرد که تنش خشکی در گیاه دارویی بالنگو شیرازی باعث کاهش عملکرد دانه و وزن هزار دانه می‌شود. تنش خشکی باعث افزایش محتوای پرولین جمعیت‌های بالنگو شیرازی شد (Ahmadi & Omodi, 2018). علاوه‌براین، از آنجا که جذب و نگهداری آب توسط بذر و قابلیت استفاده از آن برای تکمیل جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین پیش‌شرط‌های جوانه‌زنی می‌باشد، برخی بررسی‌ها (Yang et al., 2010; Arsovski et al., 2009) مؤید برتری جوانه-زنی در بذرهای موسیلاژدار در شرایط تنش خشکی می‌باشد.

بالنگوی شهری (*Lallemantia royleana* Benth.) گیاهی دارویی یک‌ساله متعلق به خانواده نعناعیان بوده که دوره رشد آن فصل بهار تا اوایل تابستان می‌باشد (Amanzadeh et al., 2010). از جمله مهم‌ترین ترکیبات شیمیایی آن موسیلاژ می‌باشد. مهم‌ترین ویژگی بالنگو در بذرهای آن نهفته بوده که منبع غنی از فیبر، روغن و

پروتئین بوده (Razavi & Karazhiyan, 2009) و در رفع سرفه، به‌عنوان تقویت‌کننده کبد و کلیه (Naghibi et al., 2005) و رفع خونریزی لثه استفاده سنتی دارد (Malik et al., 2011).

همان‌گونه که در فوق نیز ذکر گردید، اگر گیاه در محیط دیگری غیر از زادگاه بومی آن کشت شود و آبیاری و تغذیه معدنی صورت گیرد، تغییر در ترکیبات شیمیایی بیشتر بروز می‌کند (Prinsloo et al., 2008). بنابراین، با توجه به اهمیت توسعه زراعت و تولید گیاهان دارویی به‌عنوان گیاهان کم‌آب‌بر در منطقه خراسان به‌عنوان قطب مهم تولید این گیاهان در شرق کشور، این مطالعه با هدف بررسی اثر سطوح آبیاری و کودهای آلی روی عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه بالنگوی شهری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی تربت جام (واقع در ۶۰ درجه و ۲۷ دقیقه طول جغرافیایی تا ۳۵ درجه و ۱۳ دقیقه عرض جغرافیایی) انجام شد. تربت جام به‌لحاظ آب‌وهوایی به‌لحاظ تقسیم‌بندی آمبرژه در منطقه نیمه‌بیابانی با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد قرار دارد. بافت اقلیمی شهرستان در بخش شمالی کوهستانی است که از مهم‌ترین ارتفاعات آن «کوه شاه نشین» با بلندی ۲۱۱۷ متر و عرض ۴۸ کیلومتر با وضعیت شمال غربی-جنوب شرقی می‌باشد. قبل از کشت، نمونه‌برداری تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (۳۰-۰ سانتی‌متر)
Table 1-Physical and chemical criteria of soil (0-30 cm)

هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	پتاسیم قابل دسترس Available K (ppm)	فسفر قابل دسترس Available P (ppm)	نیتروژن کل Total N (%)	ماده آلی Organic matter (%)	بافت Texture
1.4	7.7	109	9.7	7.4	0.73	سیلتی لوم Loamy silt

عامل اصلی چهار سطح آبیاری با استفاده از تشتک تبخیر (۸۵، ۷۱، ۵۳ و ۳۵ (به‌عنوان شاهد) میلی‌متر) و عامل فرعی چهار کود آلی (کود گاوی پوسیده، کمپوست قارچ، کمپوست زباله شهری و شاهد (بدون کود)) بود. بذر مورد استفاده برای کاشت اکوتیپ کلات بود که از مرکز جهاد کشاورزی شهرستان تربت جام تهیه شد. لازم به ذکر است هیچ بارندگی در طول فصل رشد مشاهده نشد.

در نیمه دوم اسفند ماه عملیات شخم عمیق جهت حذف علف های هرز قبل از کاشت انجام شد و به‌علت بارندگی‌های زمستانه عملیات آماده‌سازی بستر کاشت در بهار اجرا گردید. در ابتدای اردیبهشت ماه بعد پایان عملیات آماده‌سازی، زمین به‌صورت جوی و پشته آماده و سپس کرت‌ها به‌ابعاد ۴×۲ متر و فاصله ۰/۵ متر از یکدیگر (چهار پشته در هر کرت) مرزبندی شد. در مرحله بعد تیمار کودی معادل ۱۰ تن از هر کود آلی اعمال و سپس کاشت دستی بذر با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع (Amanzadeh et al., 2010; Chatterjee, 2002; Roohi, 2011; Rasti, 2012) در نیمه اردیبهشت ماه انجام شد. لازم به ذکر است مقادیر کودهای آلی با توجه به آنالیز خصوصیات اولیه خاک (جدول ۱) و در نظر گرفتن نیاز گیاه انتخاب شدند. در تاریخ ۹۸/۲/۸ اولین آبیاری به‌طور ۱۰۰ درصد و دومین آبیاری سه روز بعد هم‌زمان با ظهور برگ‌های اولیه انجام شد. در کل چهار نوبت آبیاری بر مبنای ۱۰۰ درصد نیاز آبی تا استقرار کامل گیاهچه‌ها به‌فاصله سه روز اعمال گردید. بعد از استقرار کامل گیاهچه‌ها اعمال سطوح آبیاری بر اساس نتایج تشتک تبخیر اعلام شده از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک آبیاری صورت گرفت. عملیات تنک در یک نوبت (مرحله ۳-۲ برگی) و وجین علف‌های هرز به‌طور دستی در دو نوبت در طول فصل رشد انجام گرفت. در اواخر دوره رشد، یک نوبت سم‌پاشی با قارچ‌کش کاربندازیم صورت گرفت.

در پایان دوره رشد، وقتی حدود ۷۵ درصد بوته‌ها زرد و خشک شدند، عملیات برداشت دستی صورت گرفته (حدود ۷۵ روز) و عملکرد و اجزای عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. صفات کمّی، شامل ارتفاع بوته و طول ریشه، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه (از سطح ۱۰ بوته

در مترمربع)، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (با حذف اثرات حاشیه‌ای از سطح سه مترمربع) اندازه‌گیری و ثبت شد.

به‌منظور تعیین مقدار موسیلاژ بر اساس دستورالعمل شارما و کول (Sharma & Koul, 1986) اقدام شد، بدین‌ترتیب که از هر تیمار به‌صورت جداگانه یک گرم بذر خشک در ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال در حال جوش اضافه شد و تا تغییر رنگ پوسته بذر حرارت دادن ادامه یافت. سپس حرارت را قطع کرده و بلافاصله محلول موسیلاژی حاصل صاف و جدا گردید و درحالی‌که بذور هنوز گرم بودند، به‌منظور جداسازی مقادیر باقیمانده موسیلاژ، دو بار با پنج میلی‌لیتر آب جوش شستشو داده و محلول حاصل از هر بار شستشو صاف و به محلول موسیلاژی اضافه گردید. سپس به محلول صاف شده حاوی موسیلاژ، مقدار ۶۰ میلی‌لیتر الکل اتیلیک ۹۶ درصد افزوده و خوب تکان داده شد و سپس برای مدت پنج ساعت به یخچال، به‌منظور رسوب موسیلاژ در ته ظرف منتقل شد. بعد از طی زمان مذکور، محلول رویی دور ریخته و مابقی محلول صاف شد. کاغذ صافی حامل موسیلاژ در آون الکتریکی تهویه‌دار در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت قرار داده شد. سپس رسوب حاصل که معرف مقدار موسیلاژ در یک گرم بذر می‌باشد وزن شد. عملکرد موسیلاژ و فاکتور نیز با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید.

تورم بذر از خصوصیات بذور حاوی ماده موسیلاژ بوده که در اثر جذب آب، موسیلاژ موجود در بذور متورم می‌شود. مقدار تورم برای هر گرم موسیلاژ با استفاده از معادله ۲ تعیین گردید.

معادله (۱) ۱۰۰/(میزان موسیلاژ× عملکرد بذر)= عملکرد موسیلاژ

معادله (۲) ۱۰۰/(میزان موسیلاژ× فاکتور تورم)= مقدار تورم برای هر گرم موسیلاژ

در پایان آزمایش برای آنالیز واریانس داده‌ها ANOVA از نرم‌افزار SAS ver.8 و جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک بر صفات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد بالنگوی شهری

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for the effects of irrigation regimes and soil fertilizers on growth indices, yield components and yield of balangu

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	طول ریشه Root length	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000-seed weight	تعداد دانه در بوته Seed No. per plant	نسبت طول ریشه به طول ساقه Root length to stem length ratio	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	3.16^{n.s}	0.045^{n.s}	0.01^{ns}	0.05^{ns}	0.01^{ns}	991.2^{ns}	0.001^{ns}	4.07^{ns}
سطوح آبیاری Irrigation levels (I)	3	10.90*	1.42**	47.23**	2.40**	0.36**	5766**	0.06**	5.20**
خطای a Error a	6	7.57	0.021	0.03	0.01	0.001	1542.88	0.001	0.36
حاصلخیزکننده‌های خاک Soil fertilizers (F)	3	0.42*	7.92*	5.1**	1.22**	0.58**	1600.6*	0.01*	31.43**
I × F	9	12.01^{n.s}	1.36*	0.58**	0.06**	0.01*	17388.1^{ns}	0.002^{ns}	9.56**
خطای b Error b	24	6.99	0.03	0.02	0.02	0.001	411.1	0.001	0.34
ضریب تغییرات CV (%)		5.13	1.73	1.97	2.59	4.67	5.3	8.38	2.89

ns، *، **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: represent non-significant and significant at 5% and 1% level, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده سطوح آبیاری بر خصوصیات رشد، اجزای عملکرد و عملکرد گیاه بالنگوی شهری

Table 3- Mean comparison for the simple effect of irrigation levels on growth criteria, yield components and yield of balangu

سطوح آبیاری Irrigation levels (mm evaporation)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول ریشه Root length (cm)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه Seed yield ($g.m^{-2}$)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	تعداد دانه در بوته Seed No. per plant	نسبت طول ریشه به ساقه Root length to stem ratio	شاخص برداشت Harvest index (%)
35	34.75[a*]	8.65[d]	328.4[a]	88[a]	2.03[a]	1091[a]	0.31[c]	21.76[a]
53	33.85[b]	9.25[c]	292[b]	78[b]	1.78[b]	1082[bc]	0.32[b]	20.61[ab]
71	32.80[b]	9.55[ab]	284.8[bc]	70[bc]	1.61[bc]	1084[b]	0.30[bc]	18.54[b]
89	30.17[c]	10.59[a]	266.4[c]	58[c]	1.54[c]	929[c]	0.35[a]	19.63[c]

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

* Means followed by the same letter in each column have not significant difference based on Duncan's test at p≤0.05.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر ساده حاصلخیزکننده‌های خاک بر اجزای عملکرد و عملکرد گیاه بالنگوی شهری

Table 4- Mean comparison for the simple effect of soil fertilizers on yield components and yield of balangu

حاصلخیزکننده‌های خاک Soil fertilizers	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول ریشه Root length (cm)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه Seed yield ($g.m^{-2}$)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	تعداد دانه در بوته Seed No. per plant	نسبت طول ریشه به ساقه Root length to stem ratio	شاخص برداشت Harvest index (%)
کود گاوی Cow manure	33.74[a*]	7.49[d]	386[a]	94[a]	1.94[a]	1206[a]	0.30[c]	22.95[a]
کمپوست قارچ Mushroom compost	32.70[b]	8.74[c]	322.4[b]	81.2[b]	1.81[b]	1114[b]	0.31[bc]	21.21[b]
کمپوست زباله شهری Municipal waste solid waste compost	31.09[bc]	10.45[b]	261.6[cd]	65.2[bc]	1.66[bc]	986[cd]	0.33[b]	20.27[bc]
شاهد Control	29.04[c]	11.36[a]	201.2[d]	53.2[c]	1.55[c]	860[d]	0.36[a]	20.10[c]

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

* Means followed by the same letter in each column have not significant difference based on Duncan's test at p≤0.05.

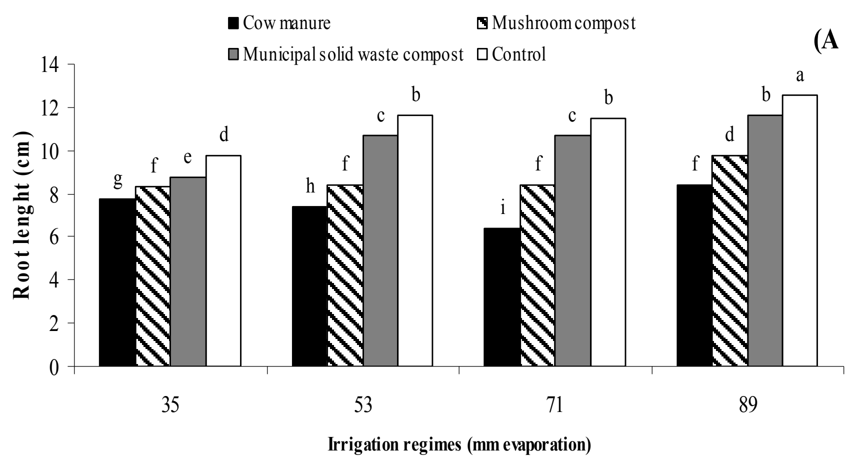
نتایج و بحث

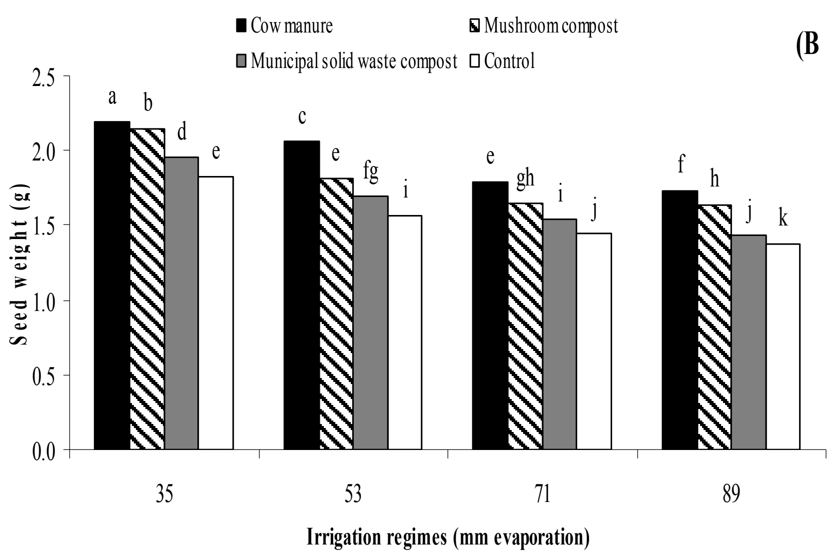
بین سطوح مختلف آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر صفات مختلف مورد مطالعه شامل رشد، عملکرد و نسبت طول ریشه به ساقه گیاه دارویی بالنگوی شهری اختلاف معنی‌داری (p≤۰/۰۵) مشاهده شد (جدول ۲).

ارتفاع بوته: بررسی‌ها نشان داده است که ارتفاع بوته گونه‌های مختلف گیاهی تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی، شرایط محیطی نظیر رطوبت، نور، تغذیه، کمیت و کیفیت نور قرار می‌گیرد. بیشترین مقدار از این صفت برای سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (۳۴/۸ سانتی‌متر) و کود گاوی (۳۳/۷ سانتی‌متر) و کمترین مقدار در سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر (۳۰/۲) و شاهد (۲۹/۰ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۴). میرحسینی‌ده‌آبادی (Mir-Hosseni-Dehabadi, 1994) نیز اظهار داشت که گیاهان تحت تنش خشکی شدید نسبت به شاهد دارای ارتفاع بوته و همچنین تعداد شاخه‌های کمتری بودند و رشد ساقه‌ها و شاخه‌های جانبی آن نیز آهسته‌تر بود، علت این امر به سوخت و ساز کمتر و سطح برگ کمتر نسبت داده شده است. نوری و همکاران (Nouri et al., 2014) نشان دادند که تنش خشکی به‌طور قابل توجهی ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی، عملکرد شاخساره تر و خشک و همچنین عملکرد روغن فرار گیاه مرزه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، هرچند تأثیر چشمگیری روی درصد روغن نداشت و کمترین میزان این خصوصیات در شاهد مشاهده شد. مفاخری و همکاران (Mafakheri et al., 2016) بیان کردند که تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته بالنگو داشت. همچنین بیشترین ارتفاع بوته،

در تیمارهای کاربرد کود شیمیایی (۳۵ سانتی‌متـر) و نـانو کـود (۳۴ سانتی‌متر) حاصل گردید که در مقایسـه بـا شـاهد (۲۳ سـانتی‌متـر)، به‌ترتیب ۵۲ و ۴۸ درصد افزایش داشت.

طول ریشه: بیشترین طول ریشه در سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر (۱۰/۶ سانتی‌متر) و کمتـرین مقـدار بـرای سـطح آبیـاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (۸/۷ سانتی‌متر) رخ داد. بیشترین طول ریشه در شاهد (۱۱/۴ سانتی‌متر) و کمترین در مصرف کود گاوی (۷/۵ سـانتی‌متـر) مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۴). بیشترین طول ریشه در اثـر متقابـل سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر + بدون کود و کمترین مقدار مربوط به سطح آبیاری ۷۱ میلی‌متر تبخیر + کود گاوی می‌باشد (شـکل ۱- الف).





شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک بر شاخص‌های رشد گیاه بالنگوی شهری

Fig. 1- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation levels and soil fertilizers on growth indices of balangu

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند.

Means followed by the same letter in each figure have not significant difference at p≤0.05.

افزایش طول ریشه در سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر + شـاهد می‌تواند ناشی از اثر تنش کمبود آب و مواد غذایی در اطراف سیسـتم ریشه‌ای گیاه باشد که در نتیجه، ریشه برای جذب آب و مواد غـذایی تا عمق بیشتری نفوذ کرده است. شعبان و همکاران (Shaban et al.,

2012) نشان دادند که آبیاری محدود نسبت به‌روش آبیاری کامل و بدون آبیاری دارای بیشترین طول ریشه و تراکم را دارا است که با یافته‌های این پژوهش همخوانی دارد.

نسبت طول ریشه به ساقه: بیشترین مقدار نسبت طول ریشه به ساقه برای سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر (۰/۳۵) و کمترین مقدار این نسبت در حداقل تبخیر (۰/۳۱) مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار نسبت طول ریشه به ساقه به‌ترتیب در شاهد و مصرف کود گاوی مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۴). یکی از سازوکارهای تطابقی برای افزایش توانایی گیاهچه در مقابل خشکی در ابتدای تحمل تنش، افزایش نسبت رشد ریشه به ساقه می‌باشد (Osunkoya et al., 1994). کافی و مهدوی دامغانی (Kafi & Mahdavi-e-Damghani, 2000) و گنجعلی و باقری (Ganjeali & Bagheri, 2011) بیان کردند که با افزایش تنش خشکی از رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی کاسته می‌شود، ولی رشد اندام‌های زیرزمینی کمتر از رشد اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد. گیاه در شرایط تنش سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص می‌دهد و این ویژگی باعث می‌شود تا گیاه بتواند در شرایط خشکی آب مورد نیاز سایر قسمت‌های خود را فراهم کند. جلوگیری از توسعه سطح برگ میزان مصرف کربن و انرژی را در اندام‌های هوایی کاهش می‌دهد و سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی گیاه در ریشه توزیع می‌گردد، بنابراین ریشه توانایی جذب آب و مواد معدنی بیشتری داشته و در نتیجه، نسبت رشد ریشه به اندام هوایی افزایش می‌یابد (Michele et al., 2009).

عملکرد بیولوژیک: تنش رطوبتی ۳۵ میلی‌متر تبخیر بیشترین (۳۲۸/۴ گرم در مترمربع) مقدار و سطح آبیاری بر اساس ۸۹ میلی‌متر تبخیر کمترین مقدار (۲۶۶/۴ گرم در مترمربع) را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). مصرف کود گاوی نسبت به مصرف دیگر کودها تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد بیولوژیک داشت. بیشترین و کمترین مقدار از این صفت به‌ترتیب در تیمار کود گاوی (۳۸۶/۰ گرم در مترمربع) و شاهد (۲۰۱/۲ گرم در مترمربع) مشاهده شد (جدول ۴). بررسی اثر متقابل بین تیمار رطوبتی و کودهای مورد بررسی نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به اثر متقابل سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) در کود گاوی و کمترین مقدار مربوط به اثر متقابل تیمارهای رطوبتی ۵۳، ۷۱ و ۸۹ میلی‌متر در شاهد می‌باشد (شکل ۲- الف). افزایش عملکرد بیولوژیک در سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) و مصرف کود گاوی می‌تواند ناشی از افزایش ارتفاع بوته و عملکرد دانه در بوته به‌واسطه بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک باشد (جدول ۴). روحی (Roohi, 2011) گزارش کرد که بیشترین عملکرد ماده خشک بالنگو در تیمارهای کود مرغی و کمپوست زباله شهری حاصل شد. نوری و همکاران (Nouri et al., 2014) نشان دادند تنش خشکی به‌طور قابل توجهی عملکرد شاخساره تر و خشک و همچنین عملکرد روغن فرار گیاه مرزه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اسماعیل‌پور و همکاران (Esmaielpour et al., 2013) نیز گزارش دادند که با افزایش شدت تنش خشکی تمام صفات رویشی مانند سطح و وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، طول و وزن خشک ریشه در گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) کاهش یافت؛ به‌طوری‌که بیشترین مقادیر برای تمامی این صفات در تیمار آبیاری کامل حاصل شد و کمترین مقادیر نیز در شرایط تنش آبی شدید به‌دست آمد.

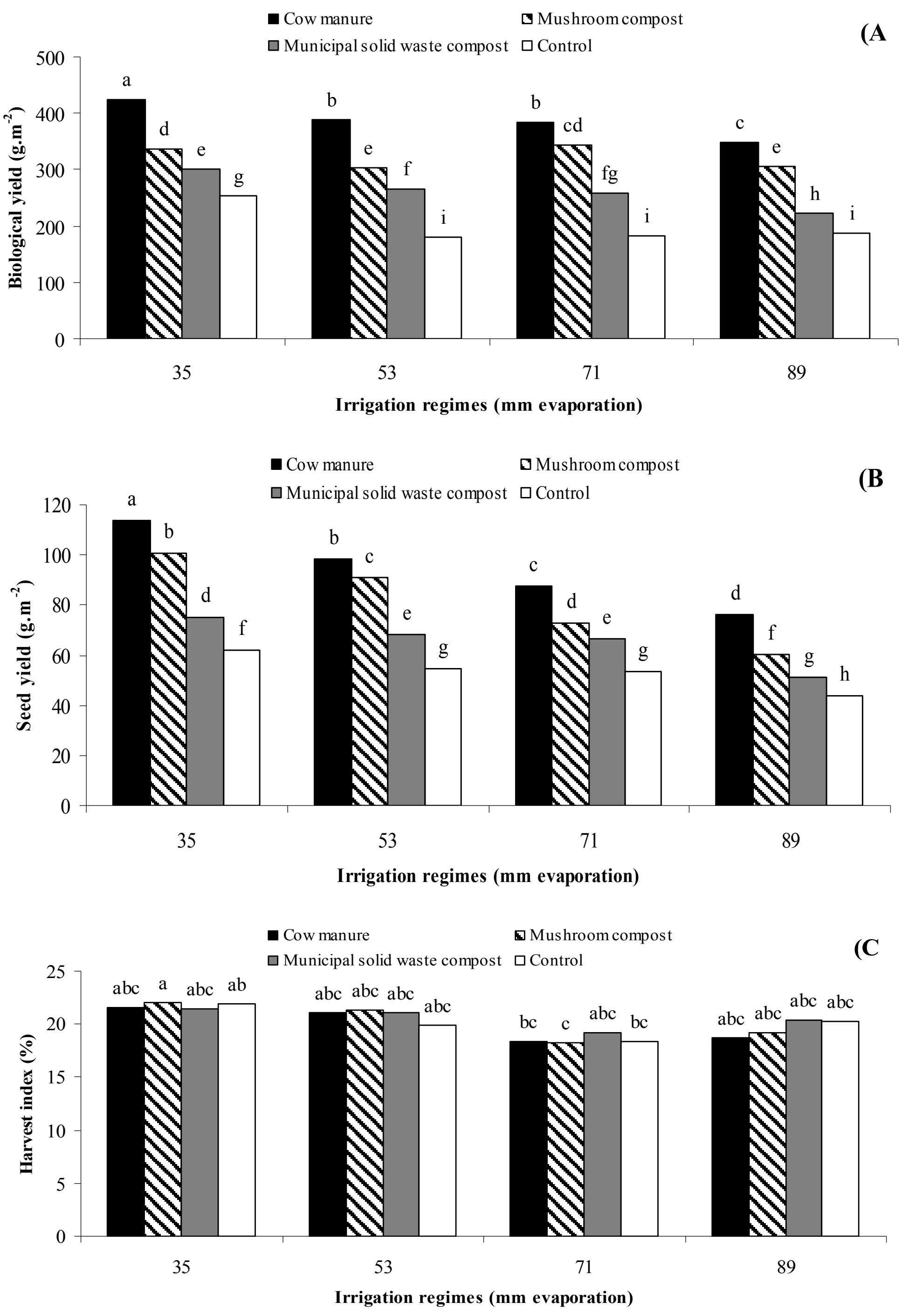
تعداد دانه در بوته: بیشترین مقدار مربوط به سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) (۱۰۷۱ دانه در بوته) و کمترین مقدار نیز مربوط به در سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر (۹۲۹ دانه در بوته) می‌باشد (جدول ۳). بیشترین تأثیر را بر افزایش تعداد دانه در بوته کود گاوی داشت و کمترین مقدار مربوط به شاهد بود (جدول ۴). افزایش تعداد دانه در بوته می‌تواند ناشی از افزایش تعداد فندقه در بوته و تعداد دانه در فندقه به‌واسطه تأثیر کود گاوی بر بهبود فراهمی عناصر غذایی در خاک و به تبع آن بهبود رشد بوته‌ها باشد. از آنجا که صفت تعداد دانه وابسته به میزان گرده‌افشانی گیاه در مرحله زایشی است و این فرآیند نیز تحت تأثیر میزان فتوسنتز مرحله رویشی است، لذا احتمالاً با کاهش محتوی رطوبتی خاک تحت تأثیر افزایش میزان تبخیر، میزان فتوسنتز گیاه در پیش از مرحله زایشی کاهش یافته و در نتیجه، گرده‌افشانی افت نموده است که برآیند ان کاهش تعداد دانه در سنبله را به دنبال داشته است. در راستای بررسی اثر کمبود آب بر رشد گیاهان، تحقیقات در مورد گیاه دارویی همیشه بهار نشان داد که ارتفاع و تعداد گل در شرایط تنش آبی به‌شدت کاهش می‌یابد (Patra et al., 1999). ملکی فراهانی و عبداللهی (Maleki Farahani & Abdollahi, 2014) اعلام کردند که تنش خشکی اثر معنی‌داری روی تعداد دانه در بوته بالنگو نداشت، با این‌وجود، با افزایش شدت تنش تعداد دانه در بوته کاهش یافت.

وزن هزار دانه: بیشترین مقدار مربوط به سطح آبیاری ۳۵

میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) (۲/۰۳ گرم) و کمترین مربوط به سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر (۱/۵۴ گرم) بود (جدول ۳). علت بالاتر بودن وزن هزار دانه با کاهش تبخیر از سطح خاک را می‌توان این چنین توجیه کرد، در تیماری که رطوبت مناسب بود، افزایش رشد سبزینه‌ای و به دنبال آن افزایش تعداد فندقه در بوته مشاهده شد که پتانسیل تولید تعداد دانه در بوته را افزایش داد و در نتیجه، باعث تشدید رقابت در مرحله پر شدن دانه برای جذب مواد فتوسنتزی شد که در نهایت، تولید دانه‌های کوچک و چروکیده با وزن کم را ایجاد نمود، امّا پس از آن با افزایش شدت تنش خشکی و به‌موازات آن کاهش رشد سبزینه‌ای بوته‌ها، مواد فتوسنتزی کمتری به اندام‌های زایشی گیاه تخصیص داده شد. بین تیمارهای کودی نیز بیشترین و کمترین وزن هزار دانه مربوط به مصرف کود گاوی (۱/۹۴ گرم) و شاهد (۱/۵۵ گرم) می‌باشد (جدول ۴). بررسی اثر متقابل بین سطوح آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به اثر متقابل در سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) + مصرف کود گاوی و کمترین مقدار مربوط به اثر متقابل در سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر + شاهد می‌باشد. از آنجا که افزایش تنش منجر به کوتاه‌تر شدن طول دوره زندگی گیاه می‌شود و وزن هزار دانه بیشتر تحت تأثیر میزان فتوسنتز گیاه در مرحله پس از گرده‌افشانی است، لذا کاهش وزن هزار دانه به‌واسطه افزایش سطح تنش شوری را می‌توان به کوتاه‌تر شدن طول دوره زندگی و در نتیجه، کاهش مواد فتوسنتزی به‌منظور پر شدن دانه نسبت داد. علت بالا بودن وزن هزار دانه با افزایش شدت تخلیه آب قابل استفاده را می‌توان این چنین توجیه کرد، در تیماری که رطوبت مناسب بود، افزایش رشد سبزینه‌ای و به دنبال آن افزایش تعداد فندقه در بوته حاصل شد که خود پتانسیل تولید تعداد دانه در بوته را افزایش داد و در نتیجه، باعث شد که بین دانه‌های در حال پر شدن که مخزن‌هایی قوی برای جذب مواد فتوسنتزی می‌باشند، رقابت شدید ایجاد شود که حاصل آن تولید دانه‌هایی کوچک با وزن کم بود، امّا پس از آن با افزایش شدت تنش خشکی و به‌موازات آن کاهش رشد سبزینه‌ای گیاه، حمایت کمتری از اندام‌های زایشی گیاه می‌شود. نتایج به‌دست آمده با نتایج تحقیق ملکی فراهانی و عبداللهی (Maleki Farahani & Abdollahi, 2014) مطابقت دارد، آن‌ها بیان کردند که آبیاری اثر معنی‌داری روی وزن هزار دانه بالنگو نداشت، امّا با این‌وجود افزایش بسیار جزئی وزن هزار دانه با افزایش شدت تنش خشکی ملاحظه شد. نتایج پژوهش‌های راستی (Rasti, 2012) و پیرجلیل و امیدی (Pirjalili & Omidi, 2017) حکایت از اثر تنش شدید بر کاهش عملکرد گیاه بالنگو شیرازی دارد.

عملکرد دانه: سطوح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) و ۸۹ میلی‌متر تبخیر به‌ترتیب بیشترین (۸۸ گرم در مترمربع) و کمترین مقدار (۵۸ گرم در مترمربع) عملکرد دانه حاصل شد، بین تیمارهای کودی مورد بررسی نیز بیشترین وکمترین مقدار را به‌ترتیب، تیمار کود گاوی (۹۴ گرم در مترمربع) و شاهد (۵۳/۲ گرم در مترمربع) به خود اختصاص دادند (جدول‌های ۳ و ۴). بررسی اثرات متقابل نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار از این صفت مربوط به سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) در کود گاوی و سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر + شاهد (عدم کوددهی) می‌باشد (شکل ۳-ب). افزایش عملکرد دانه در بوته در سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر و مصرف کود گاوی ناشی از اثرات مثبت این تیمارها بر افزایش تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه می‌باشد (جدول ۴). اعمال تنش آبی در ژنوتیپ‌های سنبل هندی باعث کاهش عملکرد اندام‌های رویشی، ارتفاع گیاه و سطح برگ شد (Farooqi et al., 1999). ملکی فراهانی و عبداللهی (Maleki Farahani & Abdollahi, 2014) نیز چنین عنوان کردند که اثر الگوی آبیاری بر عملکرد دانه تولیدی از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد، معنی‌دار بود، به نحوی که اختلاف عملکرد دانه تولیدی تیمار ۴۰ درصد با تیمار ۶۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک، برابر با ۴۳/۸۴ درصد بود. روحی نوق و همکاران (Roohi Nogh et al., 2017) بیان کردند که کودهای آلی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه بالنگو داشتند. تیمار کود مرغی از این نظر دارای بیشترین اثر بود و کمترین عملکرد دانه نیز از شاهد حاصل شد. به نظر می‌رسد که کود مرغی از طریق بهبود شاخص‌های زیستی خاک باعث رشد بیشتر گیاه شد.

شاخص برداشت: شاخص برداشت بیانگر چگونگی تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام اقتصادی گیاه (دانه)، نسبت به کل مواد تولیدی ذخیره شده در گیاه است. بیشترین مقدار از این صفت برای سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (۲۱/۶۲ درصد) و مصرف کود گاوی (۲۲/۹۵ درصد) و کمترین مقدار مربوط به سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر (۱۹/۶۳ درصد) و شاهد (۲۰/۱۰ درصد) می‌باشد (جدول‌های ۳ و ۴).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک بر عملکرد گیاه بالنگوی شهری

Fig. 2- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation levels and soil fertilizers on yield of balangu

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد نمی‌باشند.

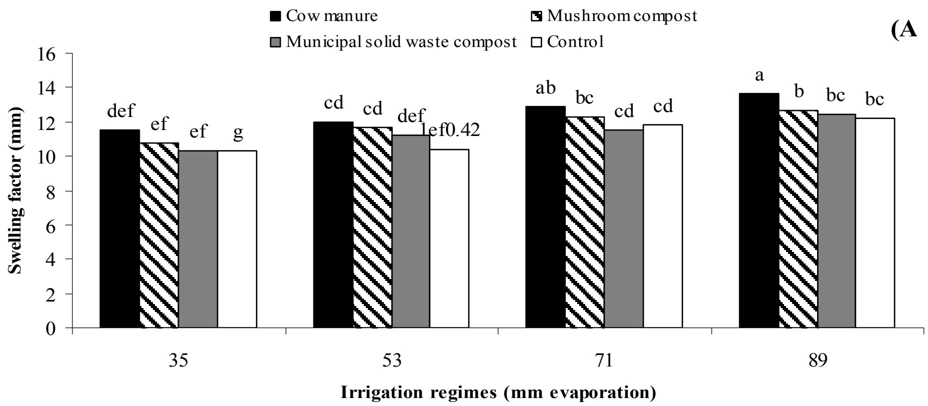
Means followed by the same letter in each figure have not significant difference at $p \leq 0.05$.

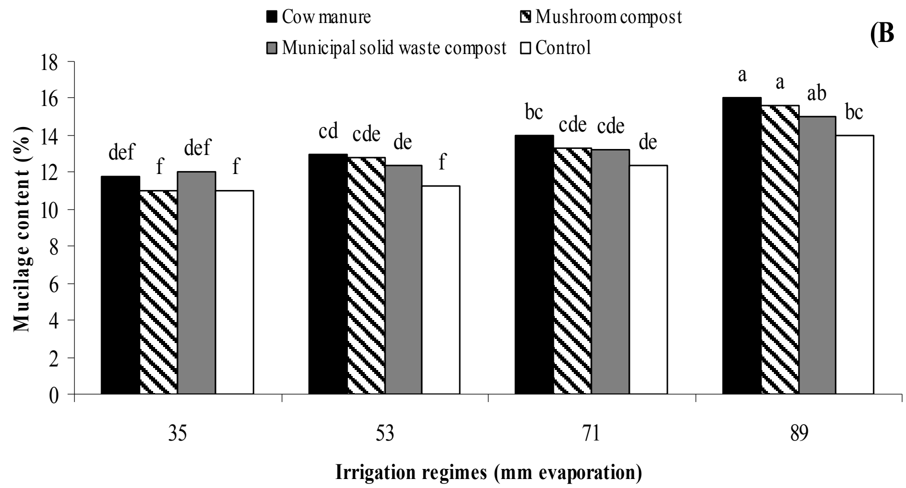
بیشترین و کمترین مقدار از این صفت را اثر متقابل در سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر + کمپوست قارچ به خود اختصاص داده است (شکل ۲- ب). شاخص برداشت بالاتر در تیمارهای تبخیر رطوبتی ۳۵ میلی‌متر و مصرف کود گاوی ناشی از تأثیر بیشتر این تیمارها بر عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۴). کمبود آب، یکی از عوامل محدودکننده رشد و نمو گیاه است که نه تنها باعث کاهش تولید ماده خشک می‌شود، همچنین باعث اختلال در تخصیص و تسهیم مواد فتوسنتزی به دانه و در نتیجه، کاهش شاخص برداشت می‌شود. شوبرا و همکاران (Shubhra et al., 2004) عنوان کردند که تنش خشکی به‌طور قابل توجهی باعث کاهش شاخص برداشت می‌شود، شاخص برداشت دلالت بر توزیع نسبی تخصیص محصولات فتوسنتزی بین مخازن اقتصادی و دیگر مخازن موجود در گیاه می‌باشد.

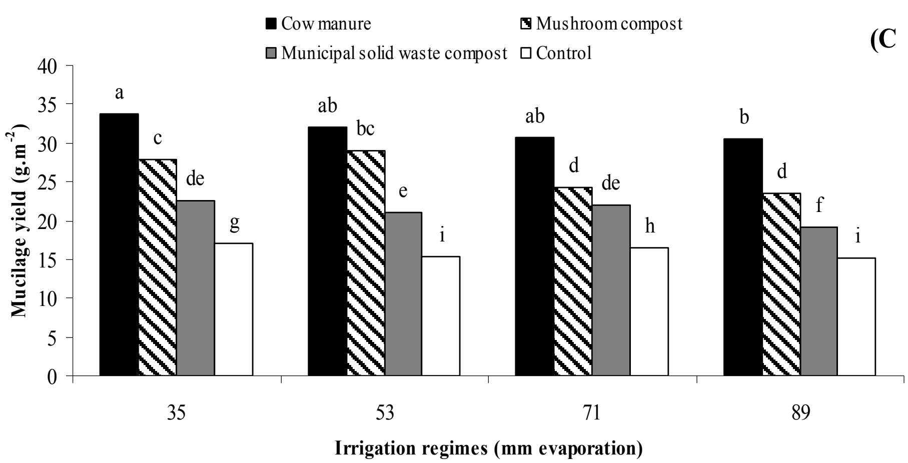
فاکتور تورم: تورم بذر از خصوصیات بذور حاوی موسیلاژ است که در اثر جذب آب، موسیلاژ موجود در بذور متورم می‌شود، این صفت به‌عنوان یک شاخص کیفی در زمینه موسیلاژ مطرح است (Bhagat, 1980). سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر + به‌همراه مصرف کود گاوی بیشترین مقدار (۱۳/۶۲ میلی‌متر) و سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) + شاهد (بدون مصرف حاصلخیزکننده‌های خاک) کمترین مقدار (۱۰/۲۹ میلی‌متر) را دارا می‌باشند. علاوه‌بر افزایش فاکتور تورم به‌واسطه کاهش محتوی رطوبتی، گیاهانی که حاصلخیزکننده‌های خاک را دریافت کرده بودند، فاکتور تورم بالاتری در مقایسه با شاهد داشتند (شکل ۳- الف). بر این اساس، به نظر می‌رسد فاکتور تورم به‌واسطه کاهش محتوی رطوبتی خاک به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی در مواجهه با تنش‌های محیطی استفاده می‌نماید.

روحی نوق و همکاران (Roohi Nogh et al., 2017) اعلام کردند که حداکثر عملکرد کیفی با استفاده از کودهای آلی به‌ویژه کود مرغی حاصل شد، بدین ترتیب می‌توان به اثر کودهای آلی به‌عنوان یک منبع تغذیه مناسب برای گیاهان دارویی اشاره نمود. برخی محققان معتقدند که فاکتور تورم در میزان موسیلاژ کل بذر مؤثر می‌باشد. اگر چنین باشد باید گونه‌های با فاکتور تورم بالاتر دارای مقدار موسیلاژ بیشتری نیز باشند (Sharma & Koul, 1986). در تأیید این نتایج نیز بیان تأکید شده است که فاکتور تورم در مقدار موسیلاژ تأثیری ندارد (Ebrahimzadeh Mabood et al., 1997). از آنجا که فاکتور تورم وابسته به نوع ترکیبات موجود در موسیلاژ است، می‌توان نتیجه گرفت در تیمارهایی که گیاه بدون حاصلخیزکننده‌های آلی در معرض کمبود محتوی رطوبتی قرار گرفته است، متابولیت ثانویه بیشتر با قابلیت جذب آب بالاتری برای بقای خود در شرایط سخت محیطی تولید نموده که افزایش کیفیت موسیلاژ استحصالی را به‌دنبال داشته است (Mohebbi & Maleki, 2010). بر اساس استانداردهای فارماکوپه‌های دارویی فاکتور تورم موسیلاژ گیاه دارویی نبایستی کمتر از ۱۰ میلی‌لیتر باشد، نتایج حاصل از این تحقیق نیز فاکتور تورم بیش از ۱۰ را نشان داد که در نتیجه از این گیاه دارویی می‌توان در شرایط کمبود محتوی رطوبتی خاک بهره جست.

درصد موسیلاژ: سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر به‌همراه مصرف کود گاوی بیشترین مقدار درصد موسیلاژ (۱۶/۰ درصد) و در سطح آبیاری ۳۵ میلی‌متر تبخیر (به‌عنوان شاهد) به‌همراه شاهد (بدون مصرف حاصلخیزکننده‌های خاک) و کمپوست قارچ، کمترین مقدار (۱۱/۰ درصد) از این صفت را به خود اختصاص دادند (شکل ۳- ب). تحقیقات نشان می‌دهد که بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه که جزء مواد مؤثره گیاهان دارویی می‌باشد، تحت تأثیر فاکتورهای محیطی هستند (Dehghani Tafti et al., 2014)، لذا افزایش درصد موسیلاژ در شرایط کمبود محتوی رطوبتی خاک تحت تأثیر سطوح آبیاری می‌تواند به‌عنوان پاسخی برای افزایش مقاومت به تنش مدنظر قرار گیرد (Baghalian, 2008). تبریزی (Tabrizi, 2004) بیان نمود که بیشترین مقدار موسیلاژ مربوط به تیمارهای کود کمپوست زباله شهری و کود گوسفندی بود، وی افزود که سطوح کود گاوی بر روی مقدار موسیلاژ دو گونه اسفرزه و پسیلیوم تأثیر معنی‌داری نداشت. پیرجلیلی و امیدی (Pirjalili & Omidi, 2017) بیان کردند با افزایش خشکی درصد موسیلاژ بذر کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که کمترین درصد موسیلاژ مربوط به تیمار تنش نسبتاً شدید می‌باشد.







شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک بر خصوصیات کیفی گیاه بالنگوی شهری

Fig. 3- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation levels and soil fertilizers on quality criteria of balangu

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند.

Means followed by the same letter in each figure have not significant difference at p≤0.05.

عملکـرد موسـیلاژ: در سـطح آبیـاری ۳۵ میلـی‌متـر تبخیـر (به‌عنوان شاهد) به‌همراه مصرف کود گاوی بیشـترین مقـدار (۳۳/۷۲ گرم بر مترمربع) و در سطح آبیاری ۸۹ میلی‌متر تبخیر به‌همراه شاهد (بدون کاربرد حاصلخیزکننده‌هـای خـاک) کمتـرین مقـدار عملکـرد موسیلاژ (۱۵/۲۶ گرم بر مترمربـع) را دارا مـی‌باشـند (شـکل ۳- ج). بیشترین عملکرد موسیلاژ از تیمار کود کمپوست زباله شهری و کـود مرغی و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع حاصل شد. از آنجا کـه بیشـترین عملکرد دانه از تیمار کمپوسـت زبالـه شـهری و تـراکم ۴۰ بوتـه در مترمربع حاصل شد بنابراین، بیشترین عملکرد موسیلاژ از ایـن تیمـار نیز دور از انتظار نبود. از آنجا که افزایش شدت تنش رطوبتی از طریق افزایش تبخیر منجر به کـاهش فتوسـنتز گیـاه مـی‌شـود و عملکـرد موسیلاژ از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد موسیلاژ حاصـل مـی‌شود، لذا کاهش عملکرد موسیلاژ به‌واسطه کاهش سطح آبیاری (و یا به‌عبارتی، افزایش تبخیر) را می‌توان به افـت شـدیدتر عملکـرد دانـه تحت تأثیر کاهش محتوی رطوبتی خاک نسبت داد. ملکی فراهانی و عبداللهی (Maleki Farahani & Abdollahi, 2014) عنوان کردند که با افزایش شدت تنش خشـکی عملکـرد موسـیلاژ دانـه بـه‌طـور معنی‌دار کاهش یافت. با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد موسیلاژ دانه ۳۹/۸ درصد کـاهش یافـت. روحـی نـوق و همکـاران (Roohi Nogh et al., 2017) اعلام کردند که تیمارهای کودی تـأثیری بـر خصوصیات کیفی بالنگو به‌جز عملکرد موسیلاژ نداشتند، امّا عملکـرد موسیلاژ تحت تأثیرکودهای آلی افـزایش یافـت. باتوجـه بـه اینکـه تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر مقدار موسیلاژ بذر نداشـتند و بـا توجه به اینکه عملکـرد موسـیلاژ حاصـل‌ضـرب مقـدار موسـیلاژ در عملکرد دانه است، می‌توان گفت که افزایش عملکرد موسیلاژ ناشی از افزایش عملکرد دانـه اسـت و ایـن نتیجـه نیـز ثابـت مـی‌کنـد کـه خصوصیات کیفی تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین اجزای عملکرد و عملکرد بالنگوی شهری تحت تأثیر سطوح آبیاری و حاصلخیزکننده‌های خاک

Table 5- Correlation coefficients between yield components and yield of balangu affected as irrigation levels and soil fertilizers

صفات Traits	ارتفاع بوته Plant height	طول ریشه Root length	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000-seed weight	تعداد دانه در بوته Seed No. per plant	نسبت طول ریشه به ساقه Root length to stem ratio	شاخص برداشت Harvest index
ارتفاع بوته Plant height	1	-0.17ns	0.22ns	0.21ns	0.45*	0.51*	-0.61**	0.28ns
طول ریشه Root length		1	-0.93**	-0.85**	-0.78**	0.65*	0.88**	0.09ns
عملکرد بیولوژیک Biological yield			1	0.87**	0.42ns	-0.52ns	0.45ns	0.52*
عملکرد دانه Seed yield				1	0.91**	0.530**	-0.77**	0.48ns
وزن هزار دانه 1000-seed weight					1	0.572**	-0.690**	0.52**
تعداد دانه در بوته Seed No. per plant						1	0.295ns	0.29ns
نسبت طول ریشه به ساقه Root length to stem ratio							1	0.32ns
شاخص برداشت Harvest index								1

ns، *، **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: represent non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

همبستگی صفات: ضرایب همبستگی بین صفت‌های مختلف کمّی گیاه دارویی بالنگوی شهری نشان داد که بین ارتفاع بوته با وزن هزار دانه (*r=۰/۴۵) و تعداد دانه در بوته (*r=۰/۵۱)، عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه (**r=۰/۸۷) و شاخص برداشت (*r=۰/۵۲)، عملکرد دانه با وزن هزار دانه (**r=۰/۹۱) و تعداد دانه در بوته (**r=۰/۵۳)، تعداد دانه در بوته با وزن هزار دانه (**r=۰/۵۷) و وزن هزار دانه با شاخص برداشت (**r=۰/۵۲) همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. همچنین بین ارتفاع بوته با نسبت طول ریشه به طول ساقه (**r=−۰/۶۱)، طول ریشه با عملکرد بیولوژیک (**r=−۰/۹۳)، عملکرد دانه با نسبت طول ریشه به ساقه (**r=−۰/۷۷) و نسبت طول ریشه به ساقه با وزن هزار دانه (**r=−۰/۶۹) همبستگی منفی و معنی‌دار حاصل گردید (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد علی‌رغم آنکه کمبود محتوی رطوبتی خاک می‌تواند تأثیر منفی بر خصوصیات کمّی و کیفی گیاه دارویی بالنگوی شهری داشته باشد، ولی بهره‌گیری از حاصلخیزکننده‌های خاک می‌تواند بخشی از این اثرات منفی تنش را جبران نماید. در مقابل، در شرایط کاهش محتوی رطوبتی خاک، خصوصیات کیفی موسیلاژ افزایش یافت. در گیاه بالنگوی شهری اثر تیمار آبیاری مطلوب (تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر) و مصرف کود گاوی روی بیشتر صفات از جمله ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت، مثبت و معنی‌دار بود، ولی بر طول ریشه و نسبت طول ریشه به ساقه منفی و معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه در بوته به‌ترتیب مربوط به تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر (۲/۲۰ گرم) و ۸۹ میلی‌متر (۱/۴۵گرم) بود. بین تیمارهای کودی بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه در بوته به‌ترتیب از مصرف کود گاوی (۲/۳۵ گرم) و شاهد (۱/۳۳ گرم) به‌دست آمد. بالاتر بودن عملکرد دانه در تیمار کود گاوی و تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر مربوط به افزایش تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه می‌باشد. بیشترین درصد موسیلاژ (۱۶ درصد) مربوط به تیمار تبخیر روزانه ۸۹ میلی‌متر و مصرف کود گاوی بود، ولی بالاترین عملکرد موسیلاژ (۳۳/۷۲ گرم بر مترمربع) از تیمار تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر و مصرف کود گاوی به‌دست آمد که بیشتر ناشی از عملکرد دانه بالاتر در این تیمارها بود. بنابراین، به‌منظور به‌دست آوردن حداکثر عملکرد کمّی و کیفی در گیاه بالنگوی شهری در شرایط آب‌وهوایی تربت جام، تیمار تبخیر روزانه ۳۵ میلی‌متر و مصرف کود گاوی قابل توصیه می‌باشد. همچنین از آنجا که بر اساس استانداردهای فارماکوپه‌های بین‌المللی کیفیت موسیلاژ استحصالی در تمام سطوح تیماری در شرایط قابل قبولی بود، لذا می‌توان توصیه نمود که بهره‌گیری تلفیقی از حاصلخیزکننده‌های خاک می‌تواند در افزایش عملکرد موسیلاژ گیاه دارویی بالنگوی شهری در شرایط تنش مؤثر باشد.

References

Ahmadi, K., and Omidi, H., 2018. The effect of drought stress on physiological traits, peroxidase activity and grain yield of five populations of *Lallemantia royleana* Benth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24(30): 412-429. (In Persian with English Summary)

Amanzadeh, A., Khosravi Dhqy, N., Gohari, A.R., Esfahani, H.R., and Saadat Ebrahimi, E., 2010. Antioxidant effect of the essential oils (*Lallemantia iberica*) in the flowering stage and flowering stage after investigation. Life Science 6(3): 114-117.

Arsovski, A.A., Villota, M.M., Rowland, O., Subramaniam, R., and Western, T.L., 2009. Mum enhancers are important for seed coat mucilage production and mucilage secretory cell differentiation in *Arabidopsis thaliana*. Journal of Experimental Botany 60: 2601-2612.

Baghalian, K., 2008. Effect of soil and weather condition on quality and quantity of mucilage. M.Sc. dissertation, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Barroso, M.R., Arrobas, M., Rodrigues, M.Â., and Sousa, M.J. 2014. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium and boron fertilizers on essential oils yield in lemon verbena (*Aloysia triphylla*). Planta Medica 80-P_2F_1.

Bhagat, N.R., 1980. Studies on variation and association among seed yield and some component traits in *Plantago*

ovata Forsk. Journal of Crop Improvement 7: 60-63.
Chatterjee, S.K., 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India-A commercial approach. Acta Horticulturae 576: 191-202.
Contour-Ansel, D., Torres-Franklin, M.L., Carvalho, M.H.C., and Zully-Fodil, Y., 2006. Glutathione reductase in leaves of cowpea: cloning of two cDNAs, expression and enzymatic under progressive drought stress, desiccation and abscises acid treatment. Annals of Botany 98: 1279–1287.
De Araújo, A.S.F., De Melo, W.J., and Singh, R.P., 2010. Municipal solid waste compost amendment in agricultural soil: changes in soil microbial biomass. Reviews in Environmental Science and Biotechnology 9: 41-49.
Dehghani Tafti, A.R., Alahdadi, I., Najafi, F., and Kianmehr, M.H., 2014. Studying the effects of different rates of pelleted animal manure and urea levels and some micronutrients on yield and yield components of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* var *styriaca*). Journal of Horticultural Science 28(1): 62-70. (In Persian with English Summary)
Esmaielpour, B., Jalilvand, P., and Hadian, J., 2013. Effects of drought stress and arbuscular mycorrhizal fungi on some morphophysiological traits and yield of savory (*Satureja hortensis* L.). Journal of Agroecology 5(2): 169-177. (In Persian with English Summary)
Farooqi, A.H.A., Fatima, S., Ansari, S.R., and Sharma, S., 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martini* (Plamerosa) cultivars. Journal of Essential Oil Research 11: 491-496.
Flexas, J., Barón, M, Bota, J., Ducruet, J.M., Gallé, A., Lakshmanna, G.M.A., and Panneerselvam, R., 2007. Growth biochemical modification and proline metabolism in *Helianthus annuls* L. as induced by drought stress. Colloids and Surfaced B. Bio Interfaces 59: 141-149.
Gangwar, K.S., Singh, K.K., Sharma, S.K., and Tomar, O.K., 2006. Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of Indo-Gangetic plains. Soil and Tillage Research 88: 242-252.
Ganjeali, A., and Bagheri, A., 2011. Evaluation of morphological characteristics of root chickpea (*Cicer arietinum* L.) in response to drought stress. Iranian Journal of Pulses Research 1(2): 101-110. (In Persian with English Summary)
Haghghi, R., and Nourafcan, H., 2014. The effect of vermicompost and biological phosphate on morphological characteristics and rosmarinic acid of Iranian borage (*Echium amoenum* Fisch. & C.A. Mey.). Advances in Environmental Biology 8(25): 704-708.
Kafi, M., and Mahdavi-e-Damghani, A. 2000. Mechanisms of Plants to Environmental Stresses. Ferdowsi University Publication. Mashhad, Iran. 449 pp. (In Persian)
Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K., and Novak, J., 2006. Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp.). Mycorrhiza 16: 443-446.
Kivimaenpae, M., Sutinin, S., Karlsson, P.E., and Sellde, G., 2003. Cell structural changes in the needles of Norway spruce exposed to long-term ozone and drought. Annals of Botany 92: 779-793.
Lakhdar, A., Scelza, R., Achiba, W.B., Scotti, R., Rao, M.A., Jedidi, N., Abdelly, C., and Gianfreda, L., 2011. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on enzymatic activities and wheat yield in a clayey-loamy soil. Soil Science 176: 15-21.
Mafakheri, S., Asghari, B., and Shaltooki, M., 2016. Effects of biological, chemical and nano-fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Lallemantia iberica* (M.B.) Fischer & Meyer. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32(4): 667-677. (In Persian with English Summary)
Maleki Farahani, S., and Abdollahi, M., 2014. Effect of deficit irrigation on yield and yield components of two different species of balangu (*Lallemantia royleana* & iberica) from Mashhad and Urmia. Iranian Journal of Field Crops Research 12(3): 502-512. (In Persian with English Summary)
Malik, K., Arora, G., Singh, I., and Arora, S., 2011. *Lallemantia reylenne* seeds as superdisintegrant: Formulation and evaluation of *Nimesulide orodispersible* tablets. International Journal of Pharmaceutical Investigation 1: 192-198.
Michele, A., Douglas, T., and Frank, A., 2009. The effects of clipping and soil moisture on leaf and root morphology and root respiration in two temperate and two tropical grasses. Plant Ecology 200: 205-215.
Mir-Hosseni-Dehabadi, S.R., 1994. The effect of water relation carbon isotope discrimination and shoot and root growth of sainfoin (*Onobrychis visifolia* Scope.) and Lucerne (*Medicago sativa* L.). New Zealand University, Massey. Ph.D. Dissertation, 364 pp.
Mkhabela, M.S., and Warman, P.R., 2005. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus Availability and uptake by two vegetable crops grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. Agriculture,

Ecosystems and Environment 106: 57-67.
Mohebbi, M., and Maleki, A., 2010. Effect of water stress on some seed characteristics of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) in Zanjan (IRAN). Advances in Environmental Biology 12(3): 10-14.
Naghibi, F., Mosaddegh, M., Motamed, S.M., and Ghorbani, A., 2005. Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethno botany to pharmacology. Iranian Journal of Pharmaceutical Research 2: 63-79. (In Persian with English Summary)
Najafian, N., and Mardomi, S., 2012. The effects of waterlogging, sewage sludge and manure on the growth characteristics of sunflower in a sandy loam soil. Journal of Water and Soil 25(6): 1264-1276. (In Persian with English Summary)
Nouri, M., Asadi, P., Dehghan Rahimabadi, A., and Golchin, A., 2014.The effect of drought stress and nitrogen fertilizer levels on growth and essential oil of savory (*Satureja hortensis* L.). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences 3(10): 71-77.
Osunkoya, O.O., Ash, J.E., Hopkins, M.S., and Graham, A.W., 1994. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species in northern Queensland. Ecological Journal 82:149-163.
Patra, D., Anwar, M., Saudan, S., Prasad, A., and Singh, D.V., 1999. Aromatic and medicinal plants for salt and 9moisture stress conditions. Proceeding of a Symposium Held in Indian. p. 347-350.
Peigne, J., and Girardin, P., 2004. Environmental impacts of farm-scale composting practices. Water, Air, and Soil Pollution 153: 45-68.
Pirjalili, F., and Omidi, H., 2017. Effects of drought stress on grain yield and qualitative characteristics of three populations of *Lallemantia royleana* Benth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 33(1): 25-38. (In Persian with English Summary)
Prinsloo, G., Viljoen, J., Mofokeng, M., and Ntuli, M., 2008. Cultivation of medicinal plants: Determining the effect of organic fertilizer on the chemical composition of the plants. South African Journal of Botany 74: 375.
Rasti, S., 2012. The effect of planting date and drought on quality and quantity characteristics Balangu Shirazi (*Lallemantia royleana* (wall) Benth.). M.Sc. Thesis of Agriculture Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
Razavi, S.M.A., and Karazhiyan, H., 2009. Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: experimental and modeling studies. Food Hydrocolloids 23: 908-912.
Roohi Nogh, A., Koocheki, A., Ghorbani, R., Rezvani Moghaddam, P., and Bakhshaei, S., 2017. Effect of organic fertilizers and plant density on qualitative characteristics of Balangu (*Lallenamantia royleana* Benth.). Agroecology 9(2): 314-325. (In Persian with English Summary)
Roohi, A., 2011. Effect of organic fertilizers and plant density on quantitative and qualitative characteristics of balangu (*Lallenamantia royleana* Benth.). M.Sc. Thesis in Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
Shaban, M., Mansourifar, S., Ghobadi, M., and Ashrafi Parchin, R., 2012. Effect of drought stress and starter nitrogen fertilizer on root characteristics and seed yield of four chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Seed and Plant Production 27(4): 451-470. (In Persian with English Summary)
Shamim, A.H., and Ahmed, F., 2010. Response to sulfur and organic matter status by the application of sulfidic materials in S deficient soils in Bangladesh: possibilities and opportunities. Report and Opinion 2(1): 88-93.
Sharma, P.K., and Koul, A.K., 1986. Musilage in seed of *Plantago ovata* and its wild allies. Journal of Ethnopharmacology 17: 289-295.
Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C.L., and Munjal, R., 2004. Effect of water-deficit on oil of calendula aerial parts. Biologia Plantarum 48(3): 445-448.
Smith, G.R., Gowda, M.C., Sreeramu, B.S., Umesha, K., and Gowda, A.P.M., 2010. Influence of integrated nutrient management on growth, yield and quality of Makoi. Indian Journal of Horticulture 67: 395-398.
Tabrizi, L., 2004. The effect of water stress and manure on yield, yield components and quality characteristics of *Plantago psyllium* and *Plantago ovata*. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
Yang, X., Dong, M., and Huang, Z., 2010. Role of mucilage in the germination of *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae) achenes exposed to osmotic stress and salinity. Plant Physiology and Biochemistry 48: 131–135.

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.2, Summer 2021, p. 345-361

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۳۶۱-۳۴۵

The Effects of Irrigation Levels and Soil Fertilizers on Yield Components and Quantitative and Quality Yield of Balangu (*Lallemantia royleana* Benth.) under Torbat-e Jam Climatic Conditions

H. Jahangiri[1], A. Mollafilabi[2*] and H. Hosseini[3]

Submitted: 10-04-2020
Accepted: 07-06-2020

Jahangiri. H., Mollafilabi, A., and Hosseini, H., 2021. The effects of irrigation levels and soil fertilizers on yield components and quantitative and quality yield of balangu (*Lallemantia royleana* Benth.) under Torbat-e Jam climatic conditions. Journal of Agroecology 13(2):345-361.

Introduction

Balangu (*Lallemantia royleana* Benth.) is one of the medicinal plants of Lamiaceae family that contains essential oils as well as mucilage. The most important feature of this plant is the mucilage of the seeds which widely used in industrial sectors. On the other hand the seeds are a good source of fiber, oil, and protein and have medicinal and nutritional properties. Medicinal plants are rich in secondary metabolites and are potentially useful to produce natural materials. The biosynthesis of the secondary metabolites, although controlled genetically is affected strongly by environmental and agronomic factors. This plant can be grown under a wide range of agro-climatic conditions, but it is mostly confined to the arid areas due its low water requirement and high water use efficiency. It has been used as medicine since ancient times, but it has been cultivated as a medicinal plant only in recent years. The application of soil organic fertilizers is important for sustainable agriculture, healthy agricultural production of medicinal plants especially in arid and semi-arid regions and resorting soil quality. In this study the effects of irrigation regimes and soil fertilizers on qualitative and quality characteristics of balangu as a medicinal plant were evaluated.

Materials and Methods

The experiment was done as split plot based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, University of Torbat-E-jam, Khorasan-e Razavi, Iran during 2019 growing season. Main factor was four irrigation levels (including 35 (as control), 53, 71, and 89 mm evaporation) and sub factor was four fertilizer types (such as cow manure, municipal solid waste compost and mushroom compost and control). Organic fertilizers were applied equal to 10 $t.ha^{-1}$.The fertilizers were applied before sowing time. Studied traits were quantitative traits (such as plant height, root length, biological yield, seed numbers per plant, 1000-seed weight, seed yield and harvest index), and quality criteria (including mucilage percentage, swelling factor and mucilage yield). General linear model ANOVA was used for soil fertilizers and irrigation regimes on quality and quantity criteria of balangu. Duncan's test at $p \leq 0.05$ tested the significance of differences among means.

Results and Discussion

The results revealed that the irrigation regimes and different fertilizers had significant effects on the quantitative and qualitative characteristics of balangu as a medicinal plant. Compared with irrigation regimes, the highest and lowest values for seed yield were observed in 35 and 89 mm evaporation, respectively. The maximum and minimum values of seed yield were recorded for cow manure and control, respectively. Higher seed yield in cow manure+35 mm evaporation is due to number of seeds and 1000-seed weight. Also, the

1- M.Sc. Student in Horticulture, Physiology and Plant Breeding of Medicinal Plants, Torbat-e Jam Branch, Islamic Azad University, Torbat-e Jam, Iran.
2- Associate Professor, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.
3- Assistant Professor, Group of Agriculture and Natural Resources, Torbat-e Jam Branch, Islamic Azad University, Torbat-e Jam, Iran.
(* Corresponding author: a.filabi@rifst.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v13i2.86263

maximum mucilage content as an important factor was related to cow manure+35mm evaporation and the minimum was for 89mm evaporation+ control.

Conclusion

Results of this study indicated that cow manure as organic fertilizer could improve plant height, biological yield, seed yield, 1000-seed weight, seed No. per plant, harvest index, and quality criteria such as mucilage content, swelling factor and mucilage yield of balangu. The importance of cow manure is being realized and its long term adverse effects on soil chemical properties. Besides supplying micronutrients and micronutrients, organic fertilizers also improve the physical and chemical properties of soil. They are also useful in improving the efficiency of fertilizer recovery thereby resulting in higher plant yield. So, to prevent the environmental impact from extensive application of chemical fertilizers, the biological fertilizers could be recommended to insure the society health and a sustainable agriculture. Therefore, 35 mm evaporation and cow manure application is recommended for balangu cultivation under Torbat-e-Jam climatic conditions. Future studies should be conducted to evaluate the influences of different organic fertilizers and irrigation regimes for various climatic conditions.

Keywords: Cow manure, Mucilage content, Sustainable agriculture, Swelling factor